

明 細 書

光記録ディスク

技術分野

- [0001] 本発明は、光記録ディスクに関するものであり、さらに詳細には、記録マークの長さや、隣り合う記録マーク間のブランク領域の長さが、解像限界未満である場合にも、これらの記録マークおよびブランク領域を含む記録マーク列により構成されたデータを、所望のように、記録し、再生することができ、記録容量を大幅に増大させることが可能になる光記録ディスクに関するものである。

背景技術

- [0002] 従来より、デジタルデータを記録するための記録媒体として、CDやDVDに代表される光記録ディスクが広く利用されているが、近年においては、より大容量で、かつ、高いデータ転送レートを有する光記録ディスクの開発が盛んに行われている。
- [0003] こうした光記録ディスクにおいては、データの記録・再生に用いるレーザビームの波長 λ を小さくするとともに、対物レンズの開口数NAを大きくして、レーザビームのビームスポット径を小さく絞ることにより、光記録ディスクの記録容量の増大が図られている。

発明の開示

発明が解決しようとする課題

- [0004] 光記録ディスクにおいては、光記録ディスクに記録された記録マークの長さ、および、隣り合う記録マーク間の長さ、すなわち、記録マークが形成されていない領域（以下、「ブランク領域」という。）の長さが解像限界未満になると、光記録ディスクからデータを再生することが不可能になる。
- [0005] 解像限界は、レーザビームの波長 λ と、レーザビームを集束するための対物レンズの開口数NAによって決定され、記録マークとブランク領域との繰り返しの周波数、すなわち、空間周波数が $2NA/\lambda$ 以上の場合に、記録マークおよびブランク領域に記録されたデータの読み取りが不可能になる。
- [0006] したがって、読み取り可能な空間周波数に対応する記録マークおよびブランクの長

さは、それぞれ、 $\lambda / 4NA$ 以上となり、波長 λ のレーザビームを、開口数 NA の対物レンズによって、光記録ディスクの表面に集光させるときは、 $\lambda / 4NA$ の長さの記録マークおよびブランク領域が、読み取ることができる最短の記録マークおよびブランク領域となる。

[0007] このように、データを再生する場合には、データの再生が可能な解像限界が存在し、再生することができる記録マークの長さおよびブランク領域の長さに制限がある。したがって、解像限界未満の長さの記録マークおよびブランク領域を形成して、データを記録しても、記録されたデータを再生することができないので、光記録ディスクに、データを記録するときに形成可能な記録マークの長さおよびブランク領域の長さが必然的に制限されるから、通常は、解像限界未満になるような長さの記録マークおよびブランク領域を形成して、光記録ディスクにデータを記録することがない。

[0008] したがって、光記録ディスクの記録容量を増大させるためには、データの再生に用いるレーザビームの波長 λ を短くし、あるいは、対物レンズの開口数 NA を大きくすることによって、解像限界を小さくし、より短い記録マークとブランク領域よりなるデータを再生することができるようにすることが要求される。

[0009] しかしながら、データの再生に用いるレーザビームの波長 λ を短くし、あるいは、対物レンズの開口数 NA を大きくすることには限界があり、したがって、解像限界を小さくすることによって、光記録ディスクの記録容量を増大させることには限界があった。

[0010] また、何らかの方法で、光記録ディスクの記録容量を増大させる場合にも、本来の再生特性が低下しないように、光記録ディスクに記録されたデータを再生したときに、良好な信号特性を有する再生信号を得られることが必要である。

[0011] したがって、本発明の目的は、記録マークの長さや、隣り合う記録マーク間のブランク領域の長さが、解像限界未満である場合にも、これらの記録マークおよびブランク領域を含む記録マーク列により構成されたデータを、所望のように、記録し、再生することができ、記録容量を大幅に増大させることが可能になる光記録ディスクを提供することにある。

課題を解決するための手段

[0012] 本発明のかかる目的は、レーザビームが照射されて、データが記録され、再生され

るように構成された光記録ディスクであって、貴金属酸化物を主成分として含む分解反応層と、光吸収層とが、少なくとも誘電体層を挟んで形成された積層体を含み、前記レーザビームが照射されたときに、空洞が形成されるとともに、前記貴金属の微粒子が前記空洞内に析出することによって、前記分解反応層に記録マークが形成され、前記貴金属の微粒子が2nmないし15nmの粒径を有するように構成されたことを特徴とする光記録ディスクによって達成される。

[0013] 本発明者の研究によれば、貴金属酸化物を主成分として含む分解反応層を備えた光記録ディスクに、レーザビームが照射されたときに、分解反応層内に空洞が形成されるとともに、貴金属の微粒子が空洞内に析出し、分解反応層に記録マークが形成されて、データが記録され、こうして、データが光記録ディスクに記録された場合には、記録マーク列を構成する記録マークの長さや、隣り合う記録マーク間のブランク領域の長さが、解像限界未満であるときにも、データが再生可能であることが見出されている。

[0014] レーザビームが照射されたときに、分解反応層内に空洞が形成されるとともに、貴金属の微粒子が空洞内に析出し、分解反応層に記録マークが形成されて、データが記録された場合に、記録マーク列を構成する記録マークの長さや、隣り合う記録マーク間のブランク領域の長さが、解像限界未満であるときでも、データを再生することができるという理由は必ずしも明らかではないが、空洞内に析出した貴金属の微粒子に、再生用のレーザビームが照射されることにより、近接場光が発生し、解像限界がなくなったためか、あるいは、空洞内に析出した貴金属の微粒子と照射されたレーザビームとの相互作用によって、解像限界が小さくなったためではないかと推測される。

[0015] さらに、本発明においては、レーザビームが照射されたときに、分解反応層内に空洞が形成されるとともに、貴金属の微粒子が空洞内に析出し、分解反応層に記録マークが形成されて、データが記録されたときに、貴金属の微粒子が2nmないし15nmの粒径を有するように構成されている。

[0016] 本発明者の研究によれば、レーザビームが照射されたときに、分解反応層内に空洞が形成されるとともに、貴金属の微粒子が空洞内に析出し、分解反応層に記録マークが形成されて、データが記録されたときに、貴金属の微粒子が2nmないし15nm

の粒径を有する場合には、光記録ディスクに記録されたデータを再生したときの再生信号に含まれるノイズ信号を抑制することができるとともに、再生信号の振幅のバラツキを少なくすることができるのが見出されている。

[0017] したがって、本発明によれば、光記録ディスクにデータが記録されるときに、貴金属の微粒子が2nmないし15nmの粒径を有するように構成されているから、光記録ディスクに記録されたデータを再生したときの再生信号に含まれるノイズ信号を抑制することができるとともに、再生信号の振幅のバラツキを少なくすることができる。

[0018] 本発明においては、白金の微粒子は、2nmないし12nmの粒径を有することが、より好ましく、2nmないし10nmの粒径を有することが、さらに好ましい。

[0019] 本発明において、前記分解反応層が、前記レーザビームが照射されたときに、前記分解反応層に主成分として含まれている前記貴金属酸化物が貴金属と酸素に分解されるのが好ましい。

[0020] 本発明において、分解反応層に主成分として含まれる貴金属酸化物は、とくに限定されるものではないが、酸化物の形成し易さ、近接場光の発生効率の観点から、銀、白金およびパラジウムよりなる群から選ばれる一種の貴金属を含む酸化物が好ましく、とくに、白金酸化物PtO_xが、分解温度が高いため、好ましい。

[0021] 白金酸化物PtO_xは、他の貴金属酸化物に比べて、分解温度が高く、したがって、記録用のパワーに設定されたレーザビームを照射して、記録マークを形成する際に、レーザビームが照射された領域から、周囲の分解反応層に、熱が拡散しても、レーザビームが照射された領域以外の領域で、白金酸化物PtO_xの分解反応が生じることが防止されるから、分解反応層の所望の領域に、空洞を形成して、記録マークを形成することが可能になる。

[0022] また、高いパワーの再生用レーザビームが照射されて、データが再生される場合においても、白金酸化物PtO_xは、他の貴金属酸化物に比べて、分解温度が高いから、白金酸化物が白金と酸素に分解されるおそれがなく、したがって、繰り返し、光記録ディスクに記録されたデータを再生しても、記録マークの形状が変化することはなく、空洞が形成され、また、記録マークが形成された領域以外の領域に、新たに空洞が形成されることもないから、光記録ディスクの再生耐久性を向上させることが可能に

なる。

- [0023] 本発明において、分解反応層に形成される空洞は、前記レーザビームが照射されたときに、生成される酸素ガスによって、形成されるのが好ましい。
- [0024] 本発明において、光吸収層は、レーザビームの吸収率が高く、熱伝導率の低い材料を含んでいることが好ましく、SbおよびTeの少なくとも一方を含んでいることが好ましい。
- [0025] 本発明において、光吸収層に含まれるSbおよびTeの少なくとも一方を含む合金としては、 $(\text{Sb}_a\text{Te}_{1-a})_{1-b}\text{M}_b$ 、または $\{(\text{GeTe})_c(\text{Sb}_2\text{Te}_3)_{1-c}\}_d\text{X}_{1-d}$ で表わされる組成を有するものがとくに好ましい。ここに、元素Mは、SbおよびTeを除く元素を表わし、元素Xは、Sb、TeおよびGeを除く元素を表す。
- [0026] 光吸収層に含まれるSbおよびTeの少なくとも一方を含む合金が、 $(\text{Sb}_a\text{Te}_{1-a})_{1-b}\text{M}_b$ で表される組成を有するものときは、aおよびbは、 $0 \leq a \leq 1$ 、かつ、 $0 \leq b \leq 0.25$ であることが好ましい。bが0.25を越えているときは、光の吸収係数が光吸収層に要求される値よりも低くなり、また、熱伝導性が光吸収層に要求される値よりも低くなり、好ましくない。
- [0027] 元素Mは、とくに限定されるものではないが、In、Ag、Au、Bi、Se、Al、Ge、P、H、Si、C、V、W、Ta、Zn、Mn、Ti、Sn、Pb、Pd、N、Oおよび希土類元素(Sc、Yおよびランタノイド)よりなる群から選ばれる少なくとも1種の元素を主成分として含むことが好ましい。
- [0028] 一方、光吸収層7に含まれるSbおよびTeの少なくとも一方を含む合金が、 $\{(\text{GeTe})_c(\text{Sb}_2\text{Te}_3)_{1-c}\}_d\text{X}_{1-d}$ で表される組成を有するものときは、 $1/3 \leq c \leq 2/3$ 、かつ、 $0.9 \leq d$ に設定することが好ましい。
- [0029] 元素Xは、とくに限定されるものではないが、In、Ag、Au、Bi、Se、Al、P、H、Si、C、V、W、Ta、Zn、Mn、Ti、Sn、Pb、Pd、N、Oおよび希土類元素よりなる群から選ばれる少なくとも1種の元素を主成分として含むことが好ましい。
- [0030] 本発明においては、レーザビームが照射されて、分解反応層が、貴金属と酸素に分解し、空洞が形成される際に、誘電体層および光吸収層が変形することが好ましい。

- [0031] 誘電体層および光吸収層が変形した領域は、誘電体層および光吸収層が変形しない領域と、光学特性が異なるので、より良好な信号特性を有する再生信号を得ることができる。

発明の効果

- [0032] 本発明によれば、記録マークの長さや、隣り合う記録マーク間のブランク領域の長さが、解像限界未満である場合にも、これらの記録マークおよびブランク領域を含む記録マーク列により構成されたデータを、所望のように、記録し、再生することができ、記録容量を大幅に増大させることが可能になる光記録ディスクを提供することが可能となる。

図面の簡単な説明

- [0033] [図1]図1は、本発明の好ましい実施態様にかかる光記録ディスクの略断面図である。
- [図2]図2は、図1のAで示された部分の略拡大断面図である。
- [図3]図3(a)は、データが記録される前の光記録ディスクの一部拡大略断面図であり、図3(b)は、データが記録された後の光記録ディスクの一部拡大略断面図である。
- [図4]図4は、本発明の別の好ましい実施態様にかかる光記録ディスクの略断面図である。
- [図5]図5は、図4のBで示された部分の略拡大断面図である。
- [図6]図6は、スペクトラムアナライザの表示画面に表示された光記録ディスクサンプル#1の周波数スペクトルを示す図である。
- [図7]図7は、スペクトラムアナライザの表示画面に表示された光記録ディスクサンプル#2の周波数スペクトルを示す図である。
- [図8]図8は、スペクトラムアナライザの表示画面に表示された光記録ディスクサンプル#3の周波数スペクトルを示す図である。
- [図9]図9は、スペクトラムアナライザの表示画面に表示された光記録ディスクサンプル#4の周波数スペクトルを示す図である。
- [図10]図10は、オシロスコープの表示画面に表示された光記録ディスクサンプル#1の再生信号の波形を示す図である。

[図11]図11は、オシロスコープの表示画面に表示された光記録ディスクサンプル#2の再生信号の波形を示す図である。

[図12]図12は、オシロスコープの表示画面に表示された光記録ディスクサンプル#3の再生信号の波形を示す図である。

符号の説明

- [0034]
- 1 光記録ディスク
 - 2 光透過性基板
 - 4 第一の誘電体層
 - 5 分解反応層
 - 6 第二の誘電体層
 - 7 光吸収層
 - 8 第三の誘電体層
 - 10 光記録ディスク
 - 12 支持基板
 - 13 光透過層

発明を実施するための最良の形態

- [0035] 以下、添付図面に基づいて、本発明の好ましい実施態様につき、詳細に説明を加える。
- [0036] 図1は、本発明の好ましい実施態様にかかる光記録ディスクの略斜視図であり、図2は、図1に示された光記録ディスクのトラックに沿った断面のうち、Aで示される部分の略拡大断面図である。
- [0037] 図2に示されるように、本実施態様にかかる光記録ディスク1は、光透過性基板2を備え、光透過性基板2上に、第一の誘電体層4と、分解反応層5と、第二の誘電体層6と、光吸収層7と、第三の誘電体層8とが、この順に、積層されている。
- [0038] 本実施態様においては、図2に示されるように、光記録ディスク1は、光透過性基板2側から、レーザビームLが照射されて、データが記録され、記録されたデータが再生されるように構成されている。レーザビームLは、635nmないし660nmの波長 λ を有し、開口数NAが0.59ないし0.66の対物レンズ(図示せず)によって、光記録ディス

ク1に集光される。

- [0039] 光透過性基板2は、後述する分解反応層5に、データが記録され、あるいは、分解反応層5に記録されたデータが再生されるときに、レーザビームLが透過する層であり、光記録ディスク1に求められる機械的強度を確保するための支持体としての役割を果たす。
- [0040] 光透過性基板2は、ディスク状に形成され、記録再生に用いられる光学系の設計により、約0.6mmの厚さを有するように形成されている。
- [0041] また、光透過性基板2は、一方の主面が、レーザビームLが入射する光入射面を構成し、他方の主面に、中心部近傍から外縁部に向けて、グルーブ(図示せず)およびランド(図示せず)が螺旋状に形成されている。
- [0042] グループおよびランドは、分解反応層5にデータを記録する場合、および分解反応層5に記録されたデータを再生する場合において、レーザビームLのガイドトラックとして、機能する。
- [0043] 光透過性基板2を形成するための材料は、635nmないし660nmの波長 λ を有するレーザビームLに対して光透過性を有し、光記録ディスク1の支持体として機能することができれば、とくに限定されるものではなく、たとえば、ガラス、セラミックス、樹脂などによって、形成することができる。このような樹脂としては、ポリカーボネート樹脂、オレフィン樹脂、アクリル樹脂、エポキシ樹脂、ポリスチレン樹脂、ポリエチレン樹脂、ポリプロピレン樹脂、シリコーン樹脂、フッ素系樹脂、ABS樹脂、ウレタン樹脂などが挙げられる。これらの中でも、加工性、光学特性などの点から、ポリカーボネート樹脂、オレフィン樹脂がとくに好ましい。
- [0044] 図2に示されるように、光透過性基板2の表面には、第一の誘電体層4が形成されている。
- [0045] 本実施態様においては、第一の誘電体層4は、後述する分解反応層5および光透過性基板2を、物理的、化学的に保護する機能を有している。
- [0046] 第一の誘電体層4を形成するための誘電体材料は、とくに限定されるものではなく、たとえば、酸化物、硫化物、窒化物またはこれらの組み合わせを主成分とする誘電体材料によって、第一の誘電体層4を形成することができ、第一の誘電体層4は、好

ましくは、Si、Zn、Al、Ta、Ti、Co、Zr、Pb、Ag、Sn、Ca、Ce、V、Cu、Fe、Mgよりなる群から選ばれる少なくとも一種の金属を含む酸化物、窒化物、硫化物、フッ化物、あるいは、これらの複合物によって形成される。

[0047] 第一の誘電体層4の厚さは、とくに限定されるものではないが、第一の誘電体層4は、5nmないし300nmの厚さを有するように形成されることが好ましい。

[0048] 図2に示されるように、第一の誘電体層4の表面上には、分解反応層5が形成されている。

[0049] 本実施態様においては、分解反応層5は、記録層の一部として用いられ、光記録ディスク1にデータが記録される際に、分解反応層5に、記録マークが形成される。

[0050] 本実施態様において、分解反応層5は、白金酸化物PtO_xを主成分として含んでいる。

[0051] 本実施態様において、記録マークの長さや、隣り合う記録マーク間のブランク領域の長さが、解像限界未満である場合にも、良好な信号特性を有する再生信号を得るためには、 $1.0 \leq x < 3.0$ であることがより好ましい。

[0052] 分解反応層5は、2nmないし20nmの厚さを有するように形成され、4nmないし20nmの厚さを有するように形成されるのが好ましく、この範囲内であれば、分解反応層5の厚さは格別限定されるものではない。

[0053] 分解反応層5の厚さが薄すぎる場合には、分解反応層5を連続膜として形成できないことがあり、逆に、分解反応層5の厚さが厚すぎる場合には、分解反応層5が変形し難くなり、形成すべき記録マークの長さが短くなるほど、所望の形状の空洞が形成され難くなると考えられるので、これらを考慮すると、分解反応層5の厚さは、2nmないし20nmの厚さを有するのが、好ましく、4nmないし20nmの厚さを有するのが、より好ましい。

[0054] 図2に示されるように、分解反応層5の表面上には、第二の誘電体層6が形成されている。

[0055] 本実施態様において、第二の誘電体層6は、分解反応層5および後述する光吸収層7を物理的、化学的に保護する機能を有している。

[0056] 第二の誘電体層6を形成するための材料はとくに限定されるものではなく、たとえば

、第二の誘電体層6は、第一の誘電体層4と同様の材料を用いて形成することができる。

[0057] 第二の誘電体層6は、5ないし100nmを有するように形成されることが好ましい。

[0058] 図2に示されるように、第二の誘電体層6の表面上には、光吸収層7が形成されている。

[0059] 本実施態様において、光吸収層7は、光記録ディスク1に、記録用のパワーに設定されたレーザビームLが照射されたときに、レーザビームLを吸収して、発熱し、生成した熱を、分解反応層5に伝達する機能を有している。

[0060] 本実施態様においては、光吸収層7は、光の吸収係数が高く、熱伝導率の低いSbおよびTeの少なくとも一方を含む合金によって形成されている。

[0061] 光吸収層7に含まれるSbおよびTeの少なくとも一方を含む合金としては、 $(\text{Sb}_a\text{Te}_{1-a})_{1-b}\text{M}_b$ 、または $\{(\text{GeTe})_c(\text{Sb}_2\text{Te}_3)_{1-c}\}_d\text{X}_{1-d}$ で表わされる組成を有するものがとくに好ましい。ここに、元素Mは、SbおよびTeを除く元素を表わし、元素Xは、Sb、TeおよびGeを除く元素を表す。

[0062] 光吸収層7に含まれるSbおよびTeの少なくとも一方を含む合金が、 $(\text{Sb}_a\text{Te}_{1-a})_{1-b}\text{M}_b$ で表される組成を有しているときは、aおよびbは、 $0 \leq a \leq 1$ 、かつ、 $0 \leq b \leq 0.25$ であることが好ましい。bが0.25を越えているときは、光の吸収係数が光吸収層7に要求される値よりも低くなり、また、熱伝導性が光吸収層7に要求される値よりも低くなり、好ましくない。

[0063] 元素Mは、とくに限定されるものではないが、In、Ag、Au、Bi、Se、Al、Ge、P、H、Si、C、V、W、Ta、Zn、Mn、Ti、Sn、Pb、Pd、N、Oおよび希土類元素(Sc、Yおよびランタノイド)よりなる群から選ばれる少なくとも1種の元素を主成分として含むことが好ましい。

[0064] 一方、光吸収層7に含まれるSbおよびTeの少なくとも一方を含む合金が、 $\{(\text{GeTe})_c(\text{Sb}_2\text{Te}_3)_{1-c}\}_d\text{X}_{1-d}$ で表される組成を有しているときは、 $1/3 \leq c \leq 2/3$ 、かつ、 $0.9 \leq d$ に設定することが好ましい。

[0065] 元素Xは、とくに限定されるものではないが、In、Ag、Au、Bi、Se、Al、P、H、Si、C、V、W、Ta、Zn、Mn、Ti、Sn、Pb、Pd、N、Oおよび希土類元素よりなる群から

選ばれる少なくとも1種の元素を主成分として含むことが好ましい。

- [0066] 光吸収層7は、5nmないし100nmの厚さを有していることが好ましい。光吸収層7の厚さが、5nm未満である場合には、光吸収量が低すぎ、一方、光吸収層7の厚さが、100nmを越えると、後述のように、分解反応層5に空洞が形成される際に、光吸収層7が変形し難くなり、好ましくない。
- [0067] 図2に示されるように、光吸収層7の表面上には、第三の誘電体層8が形成されている。
- [0068] 本実施態様において、第三の誘電体層8は、第二の誘電体層6とともに、光吸収層7を、物理的、化学的に保護する機能を有している。
- [0069] 第三の誘電体層8を形成するための材料は、とくに限定されるものではなく、たとえば、第三の誘電体層8は、第一の誘電体層4と同様の材料を用いて形成することができる。
- [0070] 第三の誘電体層8の厚さは、とくに限定されるものではないが、5nmないし300nmの厚さを有するように形成されるのが好ましい。
- [0071] 以上のような構成を有する光記録ディスク1は、次のようにして、製造される。
- [0072] まず、射出成形法により、グルーブおよびランドが形成された光透過性基板2が作製される。
- [0073] 次いで、光透過性基板2のグルーブおよびランドが形成された表面上に、第一の誘電体層4が形成される。第一の誘電体層4は、たとえば、第一の誘電体層4の構成元素を含む化学種を用いた気相成長法によって、形成することができる。気相成長法としては、真空蒸着法、スパッタリング法などが挙げられる。
- [0074] さらに、第一の誘電体層4の表面上に、分解反応層5が形成される。分解反応層5は、分解反応層5の構成元素を含む化学種を用いた気相成長法によって、形成することができる。
- [0075] 本実施態様においては、気相成長法として、反応性スパッタリング法が用いられ、Arと酸素との混合ガス中で、白金を主成分として含むターゲットをスパッタリングすることによって、白金酸化物を主成分として含む分解反応層5が形成される。
- [0076] 反応性スパッタリング法によって、分解反応層5が形成される場合には、成膜上の

基本的な条件として、ターゲットに投入する電力である成膜パワー、すなわちターゲットに投入するパワーをターゲットの単位面積当たりで換算した数値であるパワー密度と、チャンバー内に、Arガスおよび酸素ガスを導入して、Arと酸素の混合ガスを生成したときのチャンバー内の圧力であるガス圧力と、Arと酸素との混合ガスにおけるArと酸素の比率と、が挙げられるが、本実施態様においては、成膜パワーおよびガス圧力を制御することによって、後述するように、記録マークを形成した後に、白金の微粒子が2nmないし15nmの粒径を有するように、分解反応層5が形成される。

[0077] 次いで、分解反応層5の表面上に、第二の誘電体層6が形成される。第二の誘電体層6は、第二の誘電体層6の構成元素を含む化学種を用いた気相成長法によって、形成することができる。気相成長法としては、第一の誘電体層4を形成する方法と同様に、真空蒸着法、スパッタリング法などが挙げられる。

[0078] さらに、第二の誘電体層6の表面上に、光吸収層7が形成される。光吸収層7は、光吸収層7の構成元素を含む化学種を用いた気相成長法によって、形成することができる。気相成長法としては、第一の誘電体層4を形成する方法と同様に、真空蒸着法、スパッタリング法などが挙げられる。

[0079] 次いで、光吸収層7の表面上に、第三の誘電体層8が形成される。第三の誘電体層8は、第三の誘電体層8の構成元素を含む化学種を用いた気相成長法によって、形成することができる。気相成長法としては、第一の誘電体層4を形成する方法と同様に、真空蒸着法、スパッタリング法などが挙げられる。

[0080] こうして、光記録ディスク1が作製される。

[0081] 以上のように構成された光記録ディスク1には、次のようにして、データが記録され、データが再生される。

[0082] 図3(a)は、データが記録される前の光記録ディスク1の一部拡大略断面図であり、図3(b)は、データが記録された後の光記録ディスク1の一部拡大略断面図である。

[0083] 光記録ディスク1にデータを記録するに際しては、光透過性基板2側から、光記録ディスク1にレーザビームLが照射される。

[0084] 本実施態様においては、635nmないし660nmの波長 λ を有するレーザビームLを、0.59ないし0.66の開口数NAを有する対物レンズによって、光記録ディスク1

に集光するように構成されている。

- [0085] また、レーザビームLのパワーは、4mWより高く、30mW以下に設定される。ここに、レーザビームLのパワーは、光記録ディスク1の表面におけるレーザビームLのパワーとして、定義される。
- [0086] 記録用のパワーに設定されたレーザビームLが、光透過性基板2を介して、光記録ディスク1に照射されると、光吸収層7が光の吸収係数が高いSbおよびTeの少なくとも一方を含む合金によって形成されているため、レーザビームLが照射された光吸収層7の領域が加熱される。
- [0087] 光吸収層7で生成された熱は、分解反応層5に伝達され、分解反応層5の温度が上昇する。こうして、分解反応層5が、白金酸化物の分解温度以上に加熱され、分解反応層5に主成分として含まれている白金酸化物が、白金と酸素に分解される。
- [0088] その結果、図3(b)に示されるように、白金酸化物が分解して、生成された酸素ガスによって、分解反応層5中に、空洞5aが形成され、白金の微粒子5bが空洞5a内に析出する。
- [0089] 本実施態様においては、こうして、空洞5a内に、析出した白金の微粒子5bが、2nmないし15nmの粒径を有している。ここに、白金の微粒子5bの粒径は、白金の微粒子5bが、球体であるとしたときのその球体の直径として、定義される。
- [0090] 本発明者の研究によれば、分解反応層5に主成分として含まれている白金酸化物が白金と酸素に分解され、生成された酸素ガスによって、分解反応層5内に空洞5aが形成されるとともに、白金の微粒子5bが空洞5a内に析出し、分解反応層5に記録マークが形成されて、データが記録されたときに、白金の微粒子5bが2nmないし15nmの粒径を有する場合には、光記録ディスク1に記録されたデータを再生したときの再生信号に含まれるノイズ信号を抑制することができるとともに、再生信号の振幅のバラツキを少なくすることができるのが見出されている。
- [0091] また、本実施態様においては、同時に、図3(b)に示されるように、酸素ガスの圧力によって、分解反応層5とともに、第二の誘電体層6および光吸収層7が変形する。
- [0092] こうして、空洞5aが形成され、分解反応層5、第二の誘電体層6および光吸収層7が変形した領域は、他の領域とは異なる光学特性を有するため、空洞5aが形成され

、分解反応層5、第二の誘電体層6および光吸収層7が変形した領域によって、記録マークが形成される。

- [0093] 本実施態様においては、こうして形成される記録マークおよび隣り合った記録マーク間のブランク領域の中には、 $\lambda/4NA$ よりも長さが短いものが含まれ、解像限界未満の記録マーク列が形成される。
- [0094] 本実施態様においては、分解反応層5が、分解温度が高い白金酸化物を主成分として含んでいるから、記録用のパワーに設定されたレーザビームLを照射して、記録マークを形成する際に、レーザビームLが照射された領域から、熱が周囲の分解反応層5に拡散した場合にも、レーザビームLが照射された領域以外の領域で、白金酸化物の分解反応が生じることが防止され、したがって、分解反応層5の所望の領域に、空洞5aを形成して、記録マークを形成することが可能になる。
- [0095] さらに、本実施態様においては、分解反応層5に主成分として含まれている白金酸化物が白金と酸素に分解され、生成された酸素ガスによって、分解反応層5内に空洞5aが形成されるとともに、白金の微粒子5bが空洞5a内に析出し、分解反応層5に記録マークが形成されて、データが記録されたときに、空洞5a内に析出した白金の微粒子5bが、2nmないし15nmの粒径を有しているから、光記録ディスクに記録されたデータを再生したときの再生信号に含まれるノイズ信号を抑制することができるとともに、再生信号の振幅のバラツキを少なくすることができる。
- [0096] こうして、光記録ディスク1にデータが記録され、光記録ディスク1に記録されたデータは、以下のようにして、再生される。
- [0097] 光記録ディスク1に記録されたデータを再生するに際しては、まず、635nmないし660nmの波長 λ を有するレーザビームLを、0.59ないし0.66の開口数NAを有する対物レンズによって、光記録ディスク1に集光させる。
- [0098] 本実施態様においては、データを再生するために光記録ディスク1に照射されるレーザビームLのパワーは、通常よりも高く、1mWないし5mWに設定される。
- [0099] 本発明者の研究によれば、こうして、635nmないし660nmの波長 λ を有するレーザビームLを、0.59ないし0.66の開口数NAを有する対物レンズを用いて、光透過性基板2を介して、光記録ディスク1に集光することによって、記録マーク列を構成す

る記録マークの長さや、隣り合う記録マーク間のブランク領域の長さが、解像限界未満であるときにも、データが再生可能であることが見出されている。

- [0100] 分解反応層5に主成分として含まれている白金酸化物が白金と酸素に分解され、生成された酸素ガスによって、分解反応層5内に空洞5aが形成されるとともに、白金の微粒子5bが空洞5a内に析出し、分解反応層5に記録マークが形成されて、データが記録された場合に、記録マーク列を構成する記録マークの長さや、隣り合う記録マーク間のブランク領域の長さが、解像限界未満であるときでも、データを再生することができるという理由は必ずしも明らかではないが、空洞5a内に析出した白金の微粒子5bに、再生用のレーザビームLが照射されることにより、近接場光が発生し、解像限界がなくなったためか、あるいは、空洞5a内に析出した白金の微粒子5bと照射されたレーザビームLとの相互作用によって、解像限界が小さくなったためではないかと推測される。
- [0101] 本実施態様においては、分解反応層5は、分解温度が高い白金酸化物を主成分として含んでいるから、高いパワーの再生用レーザビームLが照射されて、データが再生される場合においても、白金酸化物が白金と酸素に分解されるおそれがなく、したがって、繰り返し、光記録ディスク1に記録されたデータを再生しても、記録マークの形状が変化することはなく、空洞5aが形成され、また、記録マークが形成された領域以外の領域に、新たに空洞が形成されることもないから、光記録ディスク1の再生耐久性を向上させることが可能になる。
- [0102] 図4は、本発明の別の好ましい実施態様にかかる光記録ディスクの略斜視図であり、図5は、図4のBで示された部分の略拡大断面図である。
- [0103] 図5に示されるように、本実施態様にかかる光記録ディスク10は、支持基板12を備え、支持基板12上に、第三の誘電体層8と、光吸収層7と、第二の誘電体層6と、分解反応層5と、第一の誘電体層4と、光透過層13が、この順に、積層されている。
- [0104] 本実施態様においては、図5に示されるように、光記録ディスク10は、光透過層13側から、レーザビームLが照射されて、データが記録され、記録されたデータが再生されるように構成されている。レーザビームLは、390nmないし420nmの波長 λ を有し、開口数NAが0.70ないし0.90の対物レンズによって、光記録ディスク10に集光

される。

- [0105] 支持基板12は、光記録ディスク10に求められる機械的強度を確保するための支持体として、機能する。
- [0106] 支持基板12を形成するための材料は、光記録ディスク10の支持体として機能することができれば、とくに限定されるものではなく、図2に示される光透過性基板2と同様に、たとえば、ガラス、セラミックス、樹脂などによって、形成することができる。
- [0107] 本実施態様においては、支持基板12は、ポリカーボネート樹脂によって形成され、約1.1mmの厚さを有している。
- [0108] 光透過層13は、レーザビームLが透過する層であり、その表面は、レーザビームLの入射面を形成している。
- [0109] 光透過層13を形成するための材料は、光学的に透明で、使用されるレーザビームLの波長領域である390nmないし420nmでの光学吸収および反射が少なく、複屈折が小さい材料であれば、とくに限定されるものではなく、スピンコーティング法などによって、光透過層13が形成される場合には、紫外線硬化型樹脂、電子線硬化型樹脂、熱硬化型樹脂などが、光透過層13を形成するために用いられ、紫外線硬化型樹脂、電子線硬化型樹脂などの活性エネルギー線硬化型樹脂が、光透過層13を形成するために、とくに好ましく使用される。
- [0110] 光透過層13は、第一の誘電体層4の表面に、光透過性樹脂によって形成されたシートを、接着剤を用いて、接着することによって、形成されてもよい。
- [0111] 光透過層13の厚さは、スピンコーティング法により、光透過層13を形成する場合には、10 μ mないし200 μ mが好ましく、光透過性樹脂によって形成されたシートを、接着剤を用いて、第一の誘電体層4の表面に接着して、光透過層13を形成する場合には50 μ mないし150 μ mが好ましい。
- [0112] 以上のような構成を有する光記録ディスク10には、次のようにして、データが記録され、記録されたデータが再生される。
- [0113] 光記録ディスク10にデータを記録するに際しては、光透過層13を介して、光記録ディスク10にレーザビームLが照射される。
- [0114] 本実施態様においては、390nmないし420nmの波長 λ を有するレーザビームL

が、0.7ないし0.9の開口数NAを有する対物レンズによって、光記録ディスク10に集光される。

- [0115] 記録パワーに設定されたレーザビームLが照射されると、分解反応層5が、白金酸化物の分解温度以上に加熱され、分解反応層5に主成分として含まれている白金酸化物が、白金と酸素に分解される。
- [0116] その結果、図3(b)に示される光記録ディスク1と同様に、白金酸化物が分解して、生成された酸素ガスによって、分解反応層5中に、空洞5aが形成され、2nmないし15nmの粒径を有する白金の微粒子5bが空洞5a内に析出するとともに、酸素ガスの圧力によって、分解反応層5とともに、第二の誘電体層6および光吸収層7が変形する。
- [0117] こうして、光記録ディスク10に記録されたデータは、390nmないし420nmの波長λを有するレーザビームLを、0.7ないし0.9の開口数NAを有する対物レンズによって、光記録ディスク10に集光させ、光記録ディスク10によって反射されたレーザビームLの反射光を読み取ることによって、再生される。
- [0118] 以上のように、本実施態様によれば、分解反応層5に空洞を形成するとともに、白金の微粒子を空洞内に析出させて、分解反応層5に記録マークを形成することにより、記録マーク列を構成する記録マークの長さや、隣り合う記録マーク間のブランク領域の長さが、解像限界未満であるときでも、データの再生が可能になるから、光記録ディスク10に、より高密度に、データを記録することができ、したがって、光記録ディスク10の記憶容量を大幅に増大させることが可能となる。
- [0119] また、本実施態様によれば、分解反応層5に主成分として含まれている白金酸化物が白金と酸素に分解され、生成された酸素ガスによって、分解反応層5内に空洞5aが形成されるとともに、白金の微粒子5bが空洞5a内に析出し、分解反応層5に記録マークが形成されて、データが記録されたときに、空洞5a内に析出した白金の微粒子5bが、2nmないし15nmの粒径を有しているから、光記録ディスクに記録されたデータを再生したときの再生信号に含まれるノイズ信号を抑制することができるとともに、再生信号の振幅のバラツキを少なくすることができる。

実施例

- [0120] 以下、本発明の効果をより明瞭なものとするため、実施例を掲げる。
- [0121] 0.6mmの厚さと120mmの直径を有する光透過性基板を、芝浦メカトロニクス株式会社製のスパッタリング装置「CFS-4ES-231」(商品名)にセットし、光透過性基板上に、ZnSとSiO₂の混合物をターゲットとして、スパッタリング法により、130nmの厚さを有する第一の誘電体層を形成した。ZnSとSiO₂の混合物ターゲットは、ZnSとSiO₂のモル比が85:15のものを使用した。
- [0122] 次いで、第一の誘電体層の表面に、Arと酸素との混合ガス雰囲気中で、白金を主成分として含むターゲットを、スパッタリングすることにより、白金酸化物を主成分として含み、4nmの厚さを有する分解反応層を形成した。分解反応層を形成するに際しては、Arと酸素の比率を、流量比で10:2.5とするとともに、スパッタリング装置の成膜パワーを50W、ターゲットに投入するパワーをターゲットの単位面積当たりで換算した数値であるパワー密度を1.09W/cm²、Arガスおよび酸素ガスをチャンバー内に導入したときのチャンバー内の圧力を0.5Paとした。
- [0123] 次いで、分解反応層の表面に、ZnSとSiO₂の混合物をターゲットとして、スパッタリング法により、40nmの厚さを有する第二の誘電体層を形成した。ZnSとSiO₂の混合物ターゲットは、ZnSとSiO₂のモル比が85:15のものを使用した。
- [0124] 次いで、第二の誘電体層の表面に、Ag_{6.0}In_{4.5}Sb_{60.8}Te_{28.7}の組成を有する合金をターゲットとして、スパッタリング法により、60nmの厚さを有する光吸収層を形成した。光吸収層の組成は、ターゲットの組成と同様に、原子比で、Ag_{6.0}In_{4.5}Sb_{60.8}Te_{28.7}であった。
- [0125] さらに、光吸収層の表面に、ZnSとSiO₂の混合物よりなるターゲットを用いて、スパッタリング法により、100nmの厚さを有する第三の誘電体層を形成した。ZnSとSiO₂の混合物ターゲットは、ZnSとSiO₂のモル比が85:15のものを使用した。
- [0126] こうして、光記録ディスクサンプル#1を作製した。
- [0127] 光記録ディスクサンプル#1を、パルステック工業株式会社製の光記録ディスク評価装置「DDU1000」(商品名)にセットし、波長が635nmの赤色レーザビームを、記録用レーザビームとして用い、NA(開口数)が0.60の対物レンズを用いて、レーザビームを、光透過性基板を介して、集光し、記録マークの長さが、200nmとなるよう

に、以下の条件で、光記録ディスクサンプル#1の分解反応層に、記録マークを形成した。ここに、記録パワーは、11.0mWに設定した。

[0128] 記録線速度:6.0m/s

記録方式:オングループ記録

記録マークの形成後、透過電子顕微鏡を用いて、光記録ディスクサンプル#1の分解反応層の状態を確認し、分解反応層に形成された空洞内に析出した白金の微粒子の粒径を測定したところ、白金の微粒子が、9.8nmの粒径を有することが認められた。ここに、白金の微粒子の粒径は、分解反応層の空洞内に析出した多数の白金の微粒子から、無作為に約10粒の微粒子を選択し、これら約10粒の白金の微粒子の粒径を測定して、その平均値を算出することによって、求めた。また、白金の微粒子の粒径は、白金の微粒子が、球体であるとしたときのその直径として規定した。

[0129] 次いで、分解反応層を形成するに際し、スパッタリング装置の成膜パワーを100W、パワー密度を $2.19\text{W}/\text{cm}^2$ 、Arガスおよび酸素ガスをチャンバー内に導入したときのチャンバー内の圧力を2.0Paにした点を除き、光記録ディスクサンプル#1と同様にして、光記録ディスクサンプル#2を作製した。

[0130] こうして作製した光記録ディスクサンプル#2に、上述の光記録ディスク評価装置を用い、光記録ディスクサンプル#1と同様にして、記録マークを形成して、データを記録した。ここに、レーザビームの記録パワーは、14.0mWに設定した。

[0131] 記録マークの形成後、透過電子顕微鏡を用いて、光記録ディスクサンプル#2の分解反応層の状態を確認し、白金の微粒子の粒径を測定したところ、白金の微粒子が、8.2nmの粒径を有することが認められた。

[0132] 次いで、分解反応層を形成するに際し、スパッタリング装置の成膜パワーを100W、パワー密度を $2.19\text{W}/\text{cm}^2$ 、Arガスおよび酸素ガスをチャンバー内に導入したときのチャンバー内の圧力を0.5Paにした点を除き、光記録ディスクサンプル#1と同様にして、光記録ディスクサンプル#3を作製した。

[0133] こうして作製した光記録ディスクサンプル#3に、上述の光記録ディスク評価装置を用い、光記録ディスクサンプル#1と同様にして、記録マークを形成して、データを記録した。ここに、レーザビームの記録パワーは、10.0mWに設定した。

- [0134] 記録マークの形成後、透過電子顕微鏡を用いて、光記録ディスクサンプル # 3の分解反応層の状態を確認し、白金の微粒子の粒径を測定したところ、白金の微粒子が、14. 1nmの粒径を有することが認められた。
- [0135] 次いで、分解反応層を形成するに際し、スパッタリング装置の成膜パワーを200W、パワー密度を4. 39W/cm²、Arガスおよび酸素ガスをチャンバー内に導入したときのチャンバー内の圧力を0. 5Paにした点を除き、光記録ディスクサンプル # 1と同様にして、光記録ディスクサンプル # 4を作製した。
- [0136] こうして作製した光記録ディスクサンプル # 4に、上述の光記録ディスク評価装置を用い、光記録ディスクサンプル # 1と同様にして、記録マークを形成して、データを記録した。ここに、レーザビームの記録パワーは、8. 0mWに設定した。
- [0137] 記録マークの形成後、透過電子顕微鏡を用いて、光記録ディスクサンプル # 4の分解反応層の状態を確認したところ、空洞内に析出した白金の微粒子は、粒状ではなく、隣り合う白金の微粒子同士が結合して、ひも状の形状を有していたのが認められ、このため、粒径を測定することができなかった。
- [0138] 次いで、光記録ディスクサンプル # 1ないし # 4につき、上述の光記録ディスク評価装置を用いて、光記録ディスクサンプル # 1ないし # 4に記録されたデータを再生し、スペクトラムアナライザーを用いて、再生信号の信号特性を評価した。ここに、レーザビームの再生パワーは、4. 0mWに設定し、再生線速度は、6. 0m/sに設定した。
- [0139] スペクトラムアナライザーの表示画面に表示された光記録ディスクサンプル # 1ないし # 4の周波数スペクトルは、それぞれ、図6、図7、図8、図9に示されている。ここに、図6ないし図9においては、縦軸が信号レベルを示し、横軸が周波数を示している。
- [0140] 次いで、オシロスコープを用いて、光記録ディスクサンプル # 1ないし # 4につき、記録されたデータを再生したときの再生信号の波形を評価した。
- [0141] オシロスコープの表示画面に表示された光記録ディスクサンプル # 1ないし # 3の再生信号の波形は、それぞれ、図10、図11、図12に示されている。ここに、図10ないし図12に示される再生信号の波形においては、縦軸が、反射光を光電変換したときの電圧値を示し、横軸が、時間を示している。
- [0142] また、光記録ディスクサンプル # 4については、再生信号の波形を、オシロスコープ

の表示画面に表示したところ、再生信号の波形が非常に乱れていたため、信号特性の適切な評価ができず、したがって、光記録ディスクサンプル # 4において、評価不能と判断した。

- [0143] 図6ないし図9から明らかなように、白金の微粒子が2nmないし15nmの粒径を有する光記録ディスクサンプル # 1ないし # 3においては、200nmの記録マークを形成して、記録されたデータを再生したときに、200nmの記録マークの空間周波数である15MHzよりも低い周波数である10MHz以下の周波数帯域のノイズ強度に着目すると、白金の微粒子が、粒状ではなく、隣り合う白金の微粒子同士が結合して、ひも状の形状を有し、粒径を測定することができなかった光記録ディスクサンプル # 4に比べて、ノイズが少なく、したがって、光記録ディスクサンプル # 1ないし # 3においては、再生信号に含まれるノイズ信号が抑制されることが認められた。
- [0144] また、図10ないし図12から明らかなように、白金の微粒子が12nm以下の粒径を有する光記録ディスクサンプル # 1および # 2においては、200nmの記録マークを形成して、記録されたデータを再生したときの再生信号の振幅がほぼ揃い、振幅のバラツキが小さいことが認められ、白金の微粒子の粒径が、2nmないし15nmの範囲内ではあるが、12nmを越える光記録ディスクサンプル # 3においては、200nmの記録マークを形成して、記録されたデータを再生したときの再生信号の振幅に、若干のバラツキがあることが認められた。
- [0145] 本発明は、以上の実施態様および実施例に限定されることなく、特許請求の範囲に記載された発明の範囲内で種々の変更が可能であり、それらも本発明の範囲内に包含されるものであることはいうまでもない。
- [0146] たとえば、図1および図2に示される実施態様にかかる光記録ディスク1においては、光透過性基板2上に、第一の誘電体層4と、分解反応層5と、第二の誘電体層6と、光吸収層7と、第三の誘電体層8とが積層されて構成されているが、本発明は、これに限られるものではなく、レーザビームLに対する反射率を向上させるために、第三の誘電体層8の表面上に反射層が形成されてもよく、また、第三の誘電体層8の表面を保護するために保護コート層が形成されてもよく、あるいは、光記録ディスク1の剛性を向上させるために、第三の誘電体層8側から他の基板が貼り合わされてもよい。

- [0147] また、図4および図5に示される実施態様にかかる光記録ディスク10においても、光記録ディスク1と同様に、レーザビームLに対する反射率を向上させるために、第三の誘電体層8と支持基板12との間に、反射層が形成されてもよい。
- [0148] さらに、図1および図2、ならびに図4および図5に示される実施態様にかかる光記録ディスク1、10においては、レーザビームLの光入射面から、分解反応層5と、第二の誘電体層6と、光吸収層7とが順に積層されているが、本発明は、これに限られるものではなく、たとえば、レーザビームLの光入射面の反対側から、分解反応層5と、第二の誘電体層6と、光吸収層7とが順に積層されてもよく、あるいは、レーザビームLの光入射面または光入射面の反対側から、光吸収層と、誘電体層と、分解反応層と、誘電体層と、光吸収層とが順に積層されてもよく、すなわち、本発明においては、光記録ディスクが、分解反応層と、光吸収層とが、少なくとも誘電体層を挟んで形成された積層体を有していればよい。

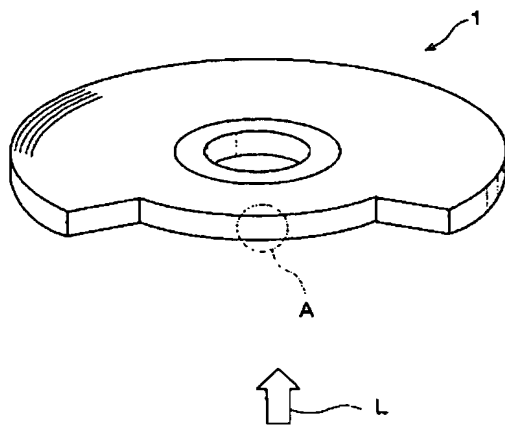
請求の範囲

- [1] レーザビームが照射されて、データが記録され、再生されるように構成された光記録ディスクであって、貴金属酸化物を主成分として含む分解反応層と、光吸収層とが、少なくとも誘電体層を挟んで形成された積層体を含み、前記レーザビームが照射されたときに、空洞が形成されるとともに、前記貴金属の微粒子が前記空洞内に析出することによって、前記分解反応層に記録マークが形成され、前記貴金属の微粒子が2nmないし15nmの粒径を有するように構成されたことを特徴とする光記録ディスク。
- [2] 前記分解反応層が、前記レーザビームが照射されたときに、前記分解反応層に主成分として含まれている前記貴金属酸化物が貴金属と酸素に分解されることを特徴とする請求項1に記載の光記録ディスク。
- [3] 前記貴金属酸化物が、白金酸化物によって構成され、前記光透過層を介して、前記レーザビームが照射されたときに、白金と酸素に分解されることを特徴とする請求項2に記載の光記録ディスク。
- [4] 前記空洞が、前記レーザビームが照射されたときに、生成される酸素ガスによって、形成されることを特徴とする請求項2または3に記載の光記録ディスク。
- [5] 前記光吸収層が、SbおよびTeの少なくとも一方を含んでいることを特徴とする請求項1に記載の光記録ディスク。
- [6] 前記誘電体層および前記光吸収層が、前記分解反応層に前記空洞が形成されるのに伴って、変形するように構成されていることを特徴とする請求項1に記載の光記録ディスク。
- [7] 前記誘電体層および前記光吸収層が、前記分解反応層に前記空洞が形成されるのに伴って、変形するように構成されていることを特徴とする請求項2に記載の光記録ディスク。
- [8] 前記誘電体層および前記光吸収層が、前記分解反応層に前記空洞が形成されるのに伴って、変形するように構成されていることを特徴とする請求項3に記載の光記録ディスク。
- [9] 前記誘電体層および前記光吸収層が、前記分解反応層に前記空洞が形成される

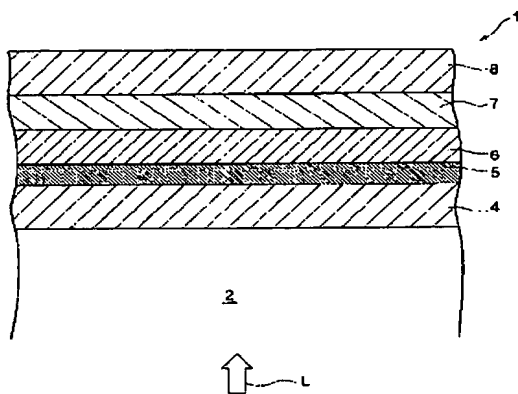
のに伴って、変形するように構成されていることを特徴とする請求項4に記載の光記録ディスク。

- [10] 前記誘電体層および前記光吸収層が、前記分解反応層に前記空洞が形成されるのに伴って、変形するように構成されていることを特徴とする請求項5に記載の光記録ディスク。

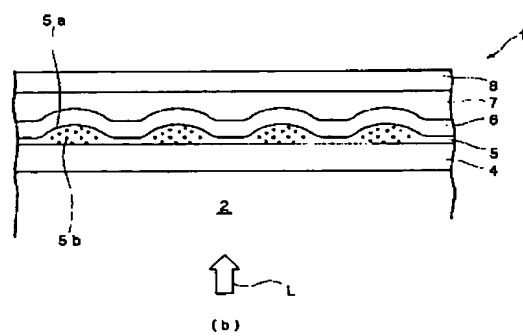
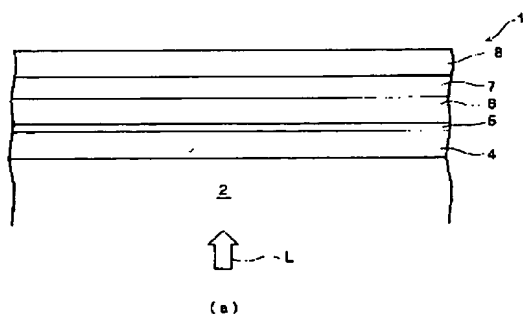
[図1]



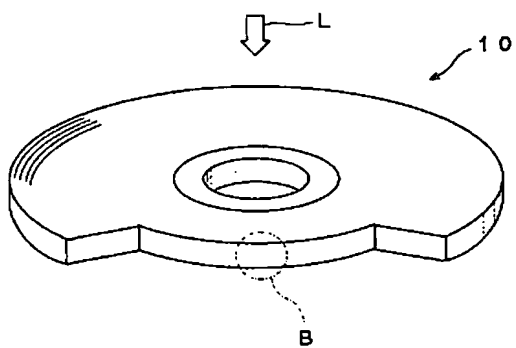
[図2]



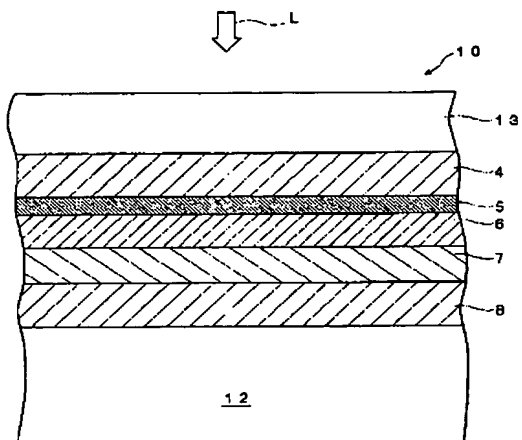
[図3]



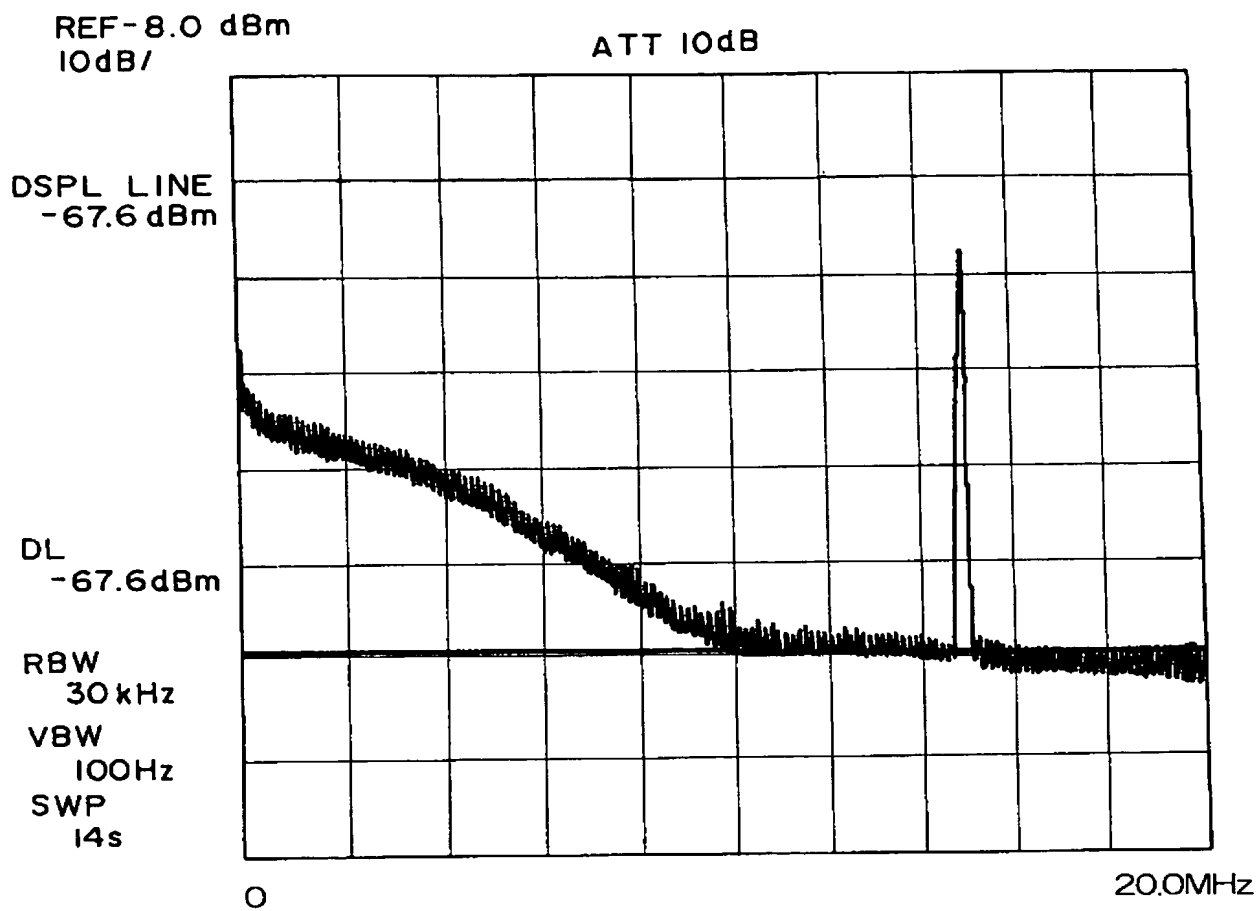
[図4]



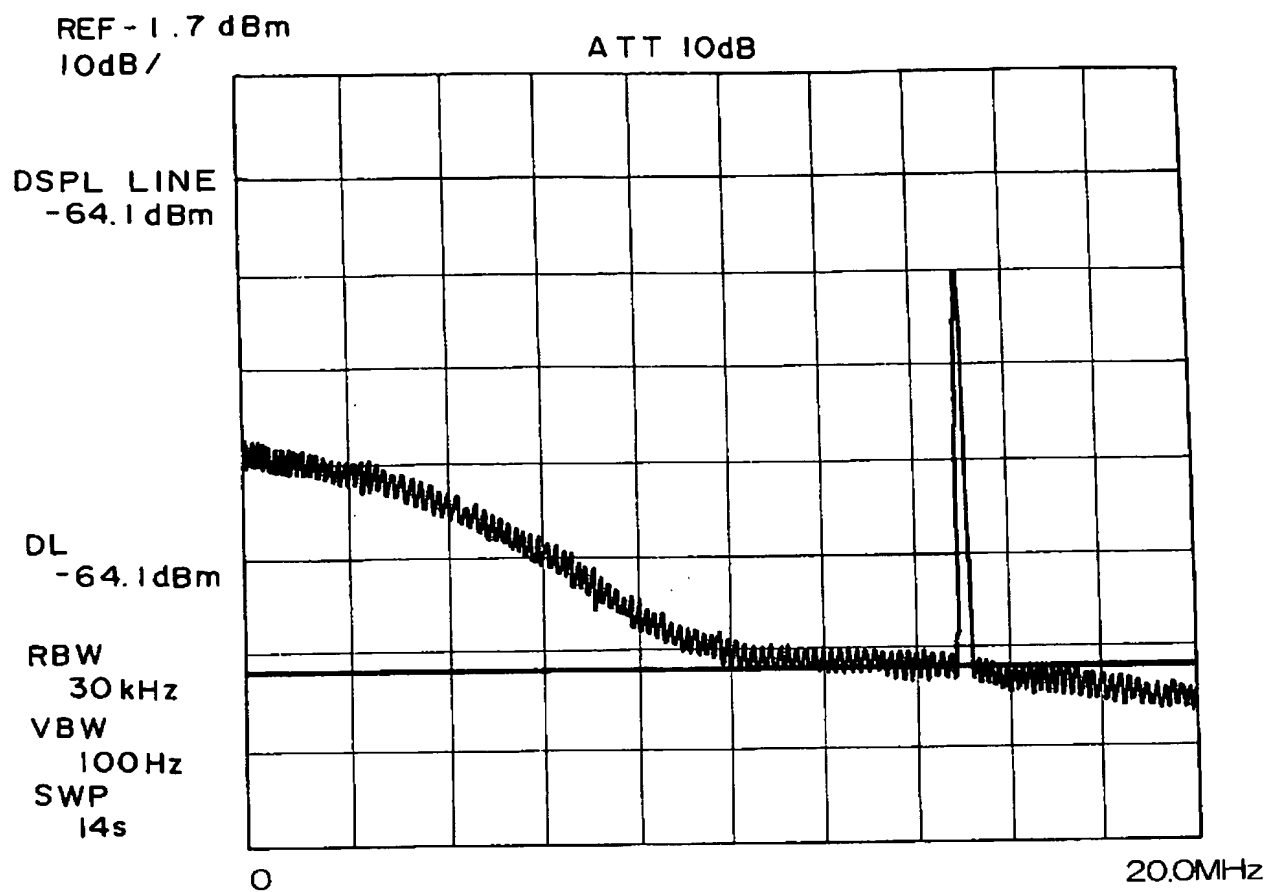
[図5]



[図6]



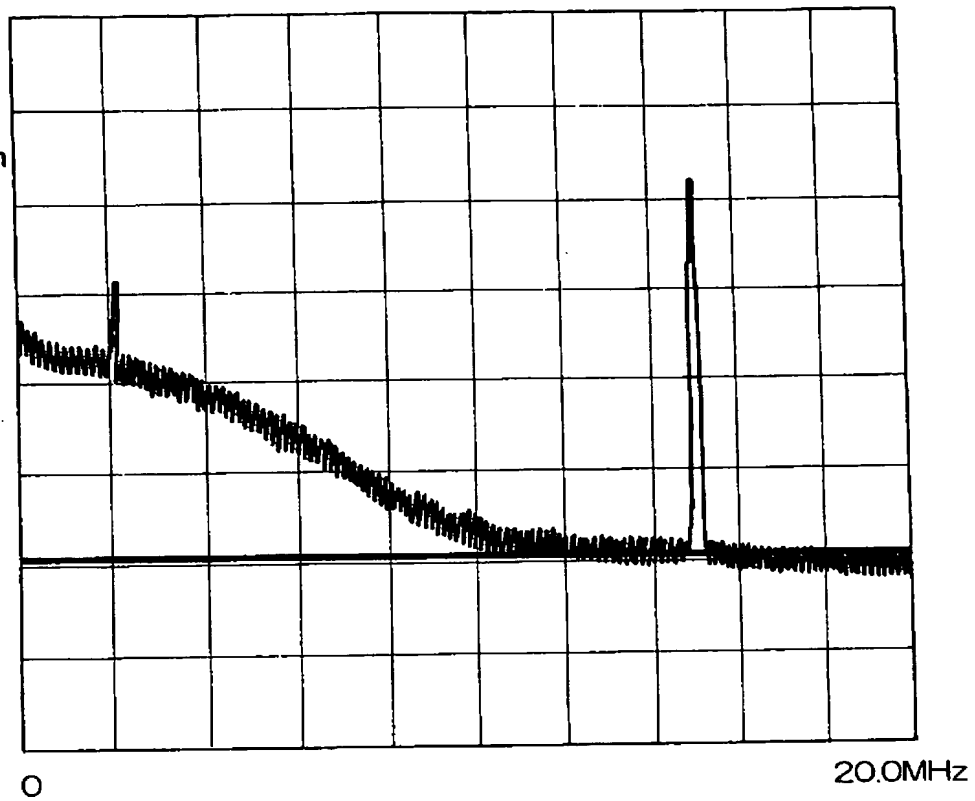
[図7]



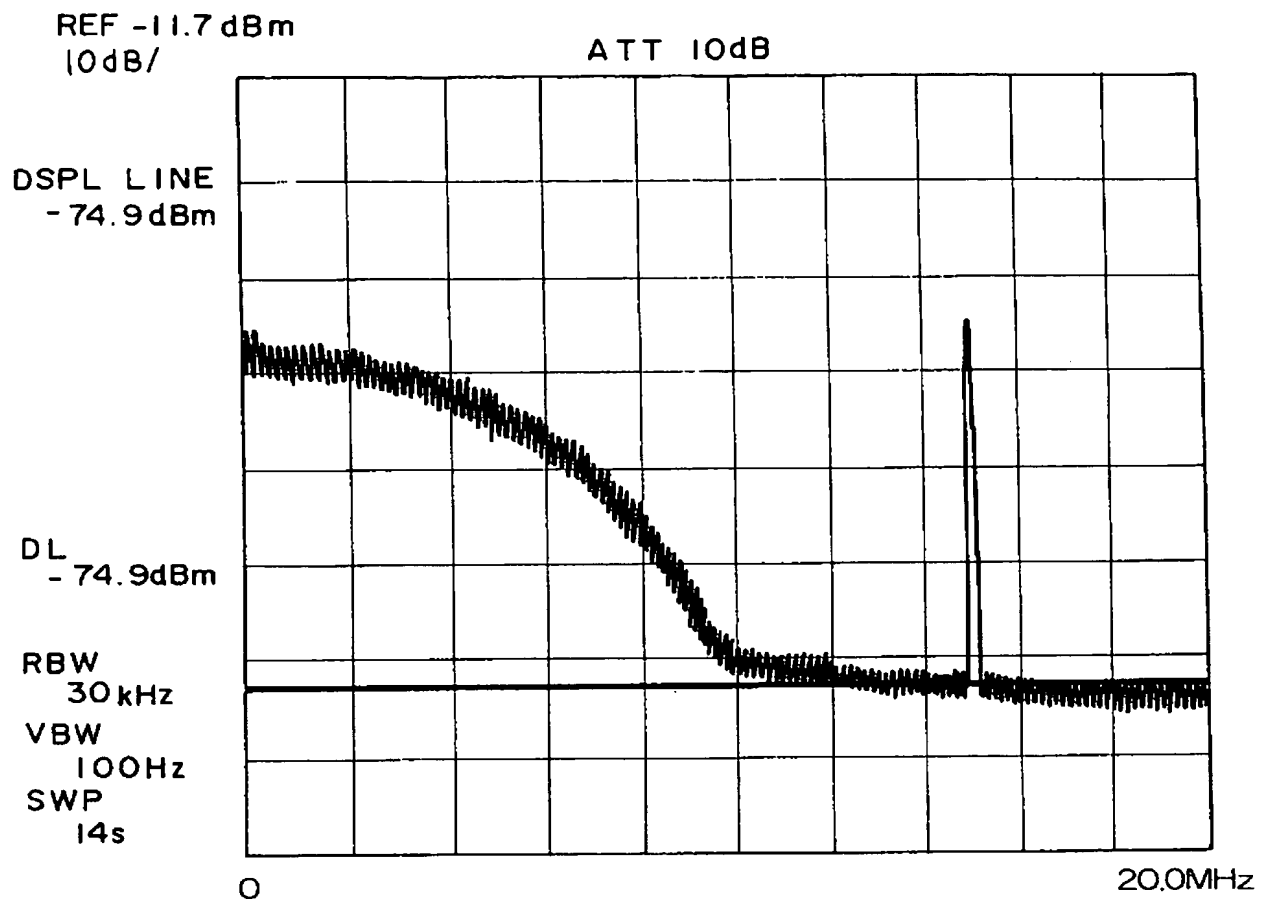
[図8]

REF -9.5dBm
10dB/

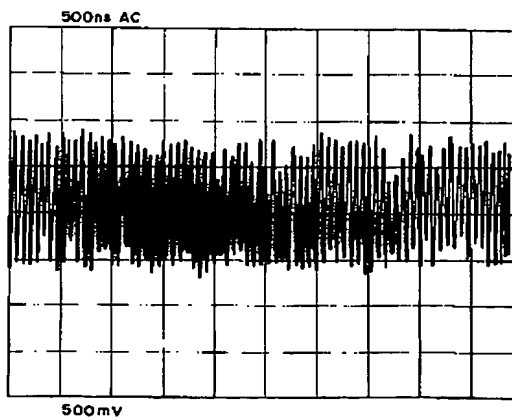
ATT 10dB

DSPL LINE
-69.1dBmDL
-69.1dBmRBW
30kHzVBW
100HzSWP
14s

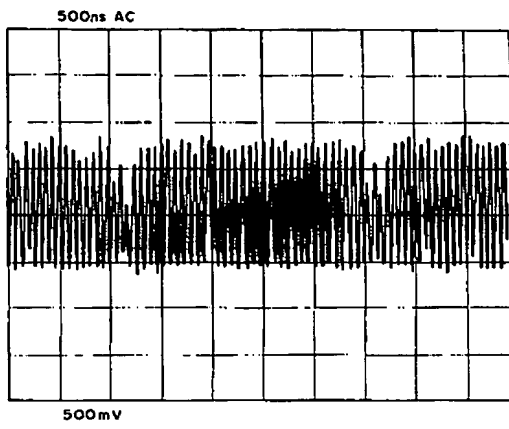
[図9]



[図10]



[図11]



[図12]

